

異同判断課題における トレース指標の予備的研究

野 田 満*

要 約

刺激に対する能動的なかわりには認知発達を明らかにする上で重要な側面である。異同判断課題を解く際に対象のどの部分を探索したか8歳児により検討を行った。カーソルポインターによるトレースの痕跡に意味を見出すための準備的実験であるが、刺激提示の仕方やトレースの計算方法、また刺激領域の確定の仕方、トレースの時系列変化における区分の仕方といった方法論上の検討課題を得ることが出来た。また結果からは、実際のトレース行為がイメージの補完的な役割を果たしているのではないか、という示唆的な結果を得ることが出来た。

キーワード：トレース、マウス、ポインター、アクティブタッチ、探索

人は対象を知るために眼でみるだけでなく、手で触るといった身体的なかわりを持つとする。知覚研究は見ることに比重がおかれ過ぎてはいないだろうか。

一般的に対象の認識を形成するには、見ることに同時に、触ることを通じて発達が進んでいくとされており、より子どもの日常的な生態にあわせて検討するならば、受動的な知覚的反応だけではなく、対象とインタラクティブにかかわることを通じて能動的に知覚する行為の側面も反応として取り入れるべきと考えられる。しかし知覚と行為との関係は多くの研究者の関心が寄せられるところであるものの、歴史的には敬遠されてきたことは事実である。能動的に触るという行為は、皮膚感覚だけでなく運動感覚を含み、視覚系と運動系の双方が関与してくるという複雑な内容を含んでいたため、分析的かつ還元主義的な捉え方をしてきた伝統的な感覚・知覚研究からすると難題とされてきた。そうした中で、Gibson (1962) は受動的なタッチに代わる概念としてアクティブタッ

チを取り上げた。Gibson によると、アクティブタッチは受容感覚という考えに対し探索的であり、手や指の動き (movement) により環境内にある潜在的な刺激特徴を強め、それ以外の特徴を弱めてしまおうとしている。その論文ではアフォーダンスという語こそ用いられてはいないが、アクティブタッチには環境の中の事物の性質が行為を誘発したり方向づけたりするというアフォーダンスの考え、つまり環境内の事物と人との間に存在する行為についての関係性の捉え方が、含まれていた。アフォーダンスはその後続く研究で60年代には完成をみたとされている (佐々木, 1999)。アクティブタッチを論じる中でGibson (1962) は、眼は前面だけしか扱えないが、手は対象の背後の情報まで読み取ろうとする違いはあるものの、ともに能動的に対象に働きかけているという点で共通していて、ある意味同じ情報を得て同じ経験をしているという括り方をしている。

アクティブタッチという探索的触行動において、岩村 (2001) は Taylor ら (Taylor, Lederman & Gibson, 1974) のモデルを修正し運動指令を重要なものとして取り上げている。それは遠心コ

ピー (efferent copy) に予期的役割を想定したものである。岩村のモデルを探索運動の際に働く遠心コピーを例に単純化して説明しておく。探索運動を行うために、通常は運動指令を出して運動の制御を行うが、このモデルではそれと同時に、その運動指令の一部 (遠心コピー) を分析する分析器にもあらかじめ送っておく。そうすることにより運動の指令と運動の結果との照合により速やかな行為の方略の変更が可能になるというものだ。例えば、握るという行為ひとつとっても、対象をいきなり握るのではなく、対象の握り方をあらかじめ予備知識 (運動指令) として持ち合わせながら、随時、対象とのかかわりの中で握り方の方略を変更させ、最適な握り方へ調整していくという行為のプロセスが想定される。

異同判断での内的処理がどのように行われているかは多くの関心が示されるところであるが、刺激への子どもの身体を通じたかかわりが重要な意味を持つと考えられる (野田, 2010)。異同判断課題を小学生に求めると、手を使って標準刺激と比較刺激との比較を行うという行為が観察された (野田, 2001)。対象の輪郭を囲むように手を持っていき、その手の形を保ちながら比較刺激の側へ、まるで手の中にイメージを保持させるかのように移動させるという行為である。イメージの写しかえが生じているのだと推定し「ひきうつし」と命名することにした。このひきうつしという行為は、対象への身体によるかかわりの一種であると考えられた。またメンタルローテーション課題で刺激と同形同大のプレートで異同を調べるように求めたところ、5種類のプレート使用による手操作が見出されたのだが、同定のための方略として対象のイメージと重ね合わせようとする手操作が幼児に最も多く用いられることが判明した (Noda, 2010)。手や道具を用いた対象へのかかわりは確かに有効な方略として存在している。

つまり能動的に知覚する行為の測定のためにどのような方法が適切であるか改めて検討することは、能動的なかわりの側面を定量的に取り出すという点で充分に意味があると思われる。最近はアクティヴ・ビジョン (active vision; Findlay

& Gilchrist, 2003/2006) と言われる能動的なかわりとしての眼球運動が位置づけられている。しかし現在のところ眼球運動それ自体の走査が年齢とともに完全なものになるということはわかって、それ以上のものは得られていないのは、走査眼球運動の意味づけが理論的に明確化しないことが主たる原因であると考えられている (山上, 1993)。自ら見ようとするものを見るという意味では能動性の側面を示すのだが、環境を変化させないという点でインタラクティブとは言い難い。乳児によるアイ・スクラッチ課題 (高橋・宮崎, 2010) で自己効力感との結びつきが示されたが、日常のかかわりとは少し隔たりがある。乳幼児期から児童期にかけて手を用いて対象を触る、なぞるといった行為を通じて対象を理解していくことを考えると、認識の形成を明らかにするためにはより能動的な行為の側面の探求が重要である。対象が変化しその変化した状況へかわっていく知覚循環の状況 (Neisser, 1976) を取り出せることが望ましい。現在最も頻繁に使われる入力インターフェイスとしてはマウスがあげられる。このマウスを利用した研究として、ディスプレイ上の刺激に対するカテゴリー判断において、等距離に配置された選択項目へマウスを移動させる運動の痕跡に歪みが現れることを捉えた研究がある (Freeman, Ambady, Johnson, & Rule, 2008; Wang, Taylor, & Brunye, 2012)。運動出力に認知的判断の影響 (気になる方へ引きずられた痕跡) が現れることを示した研究である。認知的判断の影響が眼球運動の痕跡ほど明確に現れないとしても、軌跡の歪みや距離から間接的な影響が確認されている。彼らの実験では、予め設けられたディスプレイ上の判断ボタンの空間位置に到達するまでポインターがいかに動かされたかに注目した。それは選択項目に行きつくまでの行為のあり方に焦点を合わせた研究といえる。目標に至る軌跡に意味を見出したと捉えなおすこともできる。

ディスプレイ上に、カーソルポインターが示されれば、その場所に注意が向けられる。ただまねんなくディスプレイ画面を見ているのとは異なり、ポインター近辺の領域の情報を取得しようと

することが予想される。つまり、ポインターが探索先の手がかりとしての効果を担う可能性は高い。道具を用いて対象とかかわるという行為は日常の中で普通にみられるものである。カーソルポインターを道具として用い、探索先で識別を行う手がかりとして利用されるのではないかと考えた。刺激上を能動的に動かすことのできるポインターにより、刺激の見えそのものを一時的に変化させるだけでなく、ひきうつして想定したイメージの写しかえのための保持や移動、また重ね合わせに近い働きを確認できるのではないかと考えた。インタラクティブな文脈で情報取得のための一種のアクティブタッチが行われているとしたならば、ポインターでなぞる、トレースするという行為は情報を読み込むだけでなく、読み取った情報を保持しながら照らし合わせるといったイメージの写しかえが行われるだろうことが期待された。

そこで本報告では、異同判断の際に対象にかかわる行為が、どのように展開されるかを明らかにする準備的実験研究として、マウス操作を通じて得られるカーソルの痕跡に意味を見出すことを目指し、まずはトレースを行う行為の基礎的なデータの入手とその分析方法の検討を目的とした。

方 法

参 加 児：8歳10ヶ月、男児1名

実験日時：2012年8月25日9時より45分間

装 置：解像度1920×1080 dpiのディスプレイ上(21.5 inch)にHSP言語(HSP 3.3)で860×460ドットのウィンドウを設け刺激対を提示。画面までの距離は約45 cm。カーソルポインターの形状は黄色のリング状(32×32 px)にReal World Cursor Editor (Miléř & Miléř, 2012)を用いて加工し、リング中央は透明にした。カーソルポインターのウィンドウ画面上の座標はほぼ100 msec 間隔でpx単位により記録保存されるように設定した。これによりどこを移動したかトレース位置が時系列に記録された。使用したマウスは6×4.5×2.5 cmで光学式のものを使用。参加児は右利きであったのでマウスは右側に配置し

た。使用したPCのOSはWindows 7。

刺激と条件：対提示の刺激の内、左の刺激は標準刺激(370×320 px)とし、0度正立で提示した。右側の刺激は比較刺激とみなし90, 135, 180度の傾きがあり正像と鏡映像のいずれかを提示した。提示した対刺激はバイキンマンくん(90度と135度は正像か鏡像との組み合わせの4通り、180度は正像の対のみの1通り)、海賊くん(180度、鏡像の対のみの1通り)、計6通りの条件を用いた。本研究では角度変数の比較が可能なバイキンマンくん(以降はwogと表記)について報告する。各刺激条件の試行は180度正像(wog 180)、90度鏡像(wog 90 r)、90度正像(wog 90)、180度鏡像(海賊くん)、135度正像(wog 135)、135度鏡像条件(wog 135 r)の順で行った。実験それ自体は約45分間であったが、条件間でのインターバルが長くその間に刺激呈示の調整が行われた。

刺激の作成：刺激は400×400 pxの正方形内に入る大きさで作成し、標準刺激と比較刺激とを対にしてbmpファイルとして画像ファイルに保存しておき、提示ボタンと同時にディスプレイに示されるようにした。右側に提示される正像の比較刺激は標準刺激と左右が変わらないが傾きが異なる。鏡像は0度の正像を左右反転させた図を傾けたものを用いた。Figure 2は背景が白いが、実際に実施した刺激の背景は黒色である。トレースの痕跡が見やすくなるように本来の刺激の明度を変えているがwogの顔部分や手の部分は肌色で、マント、マントの下の方尾、髪の毛等は黒、衣服は赤紫色、足元の影と槍は灰色をしている。

手 続 き：教示者が参加児の隣に座りマウスの使い方を説明し、2つの絵に相違点があるか同じであるかどうかであることを告げ、刺激が提示されたらポインターを用いて探索するように求めた。例示「これから2つの図を見せるので、それらが違うか同じかを(教示者は指さしをして)この黄色い不思議な輪を持って行って調べてみてください」教示を与えている際、刺激呈示前の姿勢は右手でマウスを持ったまま、あるいは手を傍に置いている状態でおこなった。

教示者の合図と同時に開始ボタンを押すと2つの刺激が同時にウィンドウに現れるが、ポインターはウィンドウ画面左上、座標では(0, 0)の位置に提示されている。そこから自由に探索が開始され、2つの絵についての違いの有無を本児が言語報告することにより、その試行を終え次の試行に移った。試行途中は、なるだけポインターを使用して異同を探索するように励ました。

解析プログラム：新しい試みであるので、意味のあるデータを探索的に取得していくための、一連のプログラムをHSP言語で試作開発した。

1. トレース描画：ミリ秒単位で記録された座標に関するデータを再度読み込み、表示時間をコントロールして画面にトレースの痕跡を時系列に表示させるプログラム。
2. トレースと刺激描画：元の提示刺激と重ね合わせて、ポインターによるトレースが実際の刺激のどの部分に集中したかを視覚的に確認するプログラム。時系列に表示できるようにしてある。また、個々に座標情報を新たに入れることで重ね合わさった図のどの位置であるか赤色でプロットできるようにした。これにより、詳細に座標データの空間位置を刺激内で特定することが出来るようになった。
3. 領域内トレース数の取得：刺激や刺激の各部分の占有する範囲を、円で囲まれた領域として特定し、その領域内にある記録されたトレースの数を取得するプログラム。円の中心座標と半径を変えることが出来る。これにより、特定範囲にどれほどの量のトレースがなされたかを測定できる。記録されたトレース座標は約100 msecごとに記録されるので、ポインターが指定された領域内に留まっていた時間も測定することが出来る。
4. 移動距離表示：px単位で記録されている各座標は、ポインターの移動とともに距離を求めることが出来る。時系列とともに変化する移動距離(px)を表示するプログラム。前の座標と現在の座標の2点から移動距離を求めた。つまり約100 msecごとの移動距離を導くものである。各時系列上での座標を求

められるので、移動距離の変化に合わせてディスプレイ上のどの位置かを特定可能である。つまり活発に移動している座標領域と移動していない領域の違いがどこにあるかを知ることが出来る。

結果と考察

異同判断の結果は全ての条件で正解であった。正解を得るに至るポインターの動きを分析する為にトレースを中心に以下に整理した。

1. トレースと刺激描画

本研究で得たトレースの一部(90度鏡像条件)をFigure 1に示す。小円で示されているのが100 msecで取得したトレースの痕跡である。時系列にどのような順番でプロットされていくか表示することも可能だが、すべてのトレースが終了した結果を示してある。

Figure 2には、本研究で用いた刺激対と各トレースとを重ね合せた図を示した。それにより特定の領域にトレースが集中することが見られた。そこで、連続して同じ座標を示すデータを取り上げ表示することにより停留箇所が明確になると考えた。実際100 msecごとに読まれた時系列データでは、全く同じ座標位置が連続する場合は約200 msecかかることなる。確かに認知的な意味がある反応時間ではあるのだが、200 msecや300 msecの間隔では表示される情報量が多くなり判読しにくかったので、表示上400 msecが妥当と

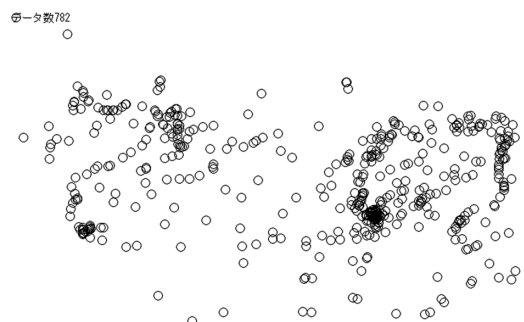


Figure 1 90度鏡像条件 (wog 90 r) におけるトレース結果 (100 msec で表示)

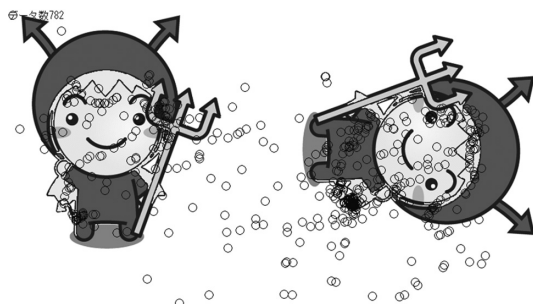


Figure 2 90度鏡像条件 (wog 90 r) のトレースと提示刺激を重ね合わせた

考えられた。400 msec は刺激が入った後に認知処理が行われ、出力されてくるのに十分な時間であるので、この停留が生じた個所は意味があると推測される。Figure 3 には 400 msec/1 停留の基準でプロットされた 90 度鏡像条件のトレースを示した。プロットされた各箇所はひとつずつの小円でしかないが、各々 400 msec 以上留まっていたことを示している。数十ヶ所に渡る痕跡が得られた。特に 2 箇所停留が集中していることがわかる。しかしながら、Figure 1, 2 で既に示されるように、集中してトレースされた個所は 1 座標に留まらず、その周辺をわずかな位置のずれを伴って密集するかたちを示している。むしろ、1 座標に長期停留するようなデータの場合は、ポインターによる探索が中断されていた可能性も考えなくてはならない。それらのことからわずかなずれをいくつも伴う停留の場合には意味があると考えられた。

2. 領域内トレース数の取得

各刺激対の内部には集中してトレースの痕跡が集まる場所が存在した。視線は情報量の多い場所を選択する (Mackworth & Morandi, 1967) といわれ、実際に乳児期から、視線は顔や特徴的な部分へ向けられるので (Fantz, 1961; Maurer & Salapatek, 1975)、ポインターによる探索も同様に特徴的な部分へ集中が生じだろうと予想された。本報告では分析手法についての検討も行うことが目的であるので、本研究で開発した、円で囲まれた領域内のトレースの数を取得するプログラ

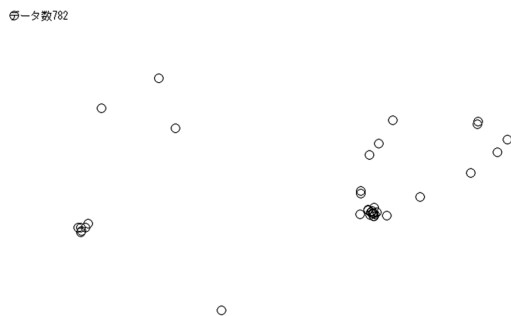


Figure 3 情報量を絞り込んだ後のトレースの痕跡 (400 msec 以上を表示)

ムを適用することにした。実際の実行は、円の中心座標と半径を定めれば、各トレースの座標ごとに円の範囲内に入るか入らないかを判定し、データファイルに判定を書き込むというものである。まず領域として刺激対を提示したウィンドウ全体があるが、Figure 4 に例示したように、その中の標準刺激を囲む円領域内を部分 A、同じく比較刺激を囲む円領域内を B (ともに半径 $r = 225$ px) とし、部分 A や B の内部にある円形の顔の部分 A 2 並びに B 2 ($r = 96$ px) とし、A や B の内部のマント及び尻尾の部分を含む領域部分を A 3 と B 3 ($r = 29$) とし計算の対象とした (Figure

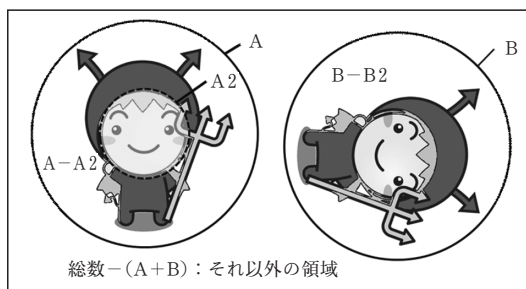


Figure 4 トレース数を扱うための各領域：標準刺激 A と比較刺激 B の領域、ならびに補集合 (全体 $-(A+B)$) にあたるそれ以外の領域、標準刺激 A の領域から顔の領域 A 2 を引いた部分が A-A 2 と表記されている。また、刺激全体の配列は標準刺激 A、比較刺激 B の円は表示されていないが、円弧の一部がウィンドウ画面の外側に出ている状態であった。図は、それ以外の領域をわかりやすくするために整理したかたちを示してある。

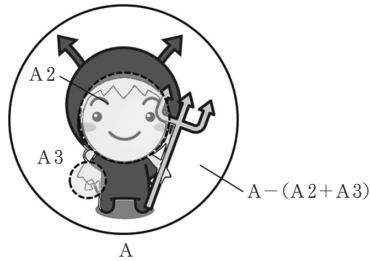


Figure 5 部分領域：A は標準刺激，A 2 が顔，A 3 はマントと尻尾，A - (A 2 + A 3) は標準刺激 A の領域から顔とマント，尻尾を除いた部分となる。隣にある比較刺激の領域も同様。

Table 1 各条件に要した時間

条 件	初発までの時間	時 間	試行順序
wog 90	3169	89218	3
wog 90 r	4039	82880	2
wog 135	4036	27406	4
wog 135 r	766	65081	5
wog 180	12670	56129	1

注) 単位は msec

Table 2 領域ごとのトレース数

条件	トレース 総 数	刺激 A	刺激 B	総数-(A+B)	部分 A 2	部分 B 2	A-A 2	B-B 2	部分 A 3	部分 B 3	A-(A 2+A 3)	B-(B 2+B 3)
wog 90	818	449	221	148	211	113	238	108	8	6	230	102
wog 90 r	760	223	458	79	94	136	129	322	8	174	121	148
wog 135	252	100	82	70	19	67	81	15	0	3	81	12
wog 135 r	604	220	270	114	29	76	191	194	82	0	109	194
wog 180	515	188	198	129	13	19	175	179	19	32	156	147

5)。尚，A 3 と B 3 は得られたデータで顕著にトレースが集中していたので，小さな部分であるが扱うことにした。補集合にあたる領域のトレース数を求める為に，得られた各領域のトレース数から，別の円領域のトレース数を減算することで，それ以外の部分つまり，総数-(A+B)，A-A 2 及び B-B 2，A-(A 2+A 3) 及び B-(B 2+B 3) の 5 領域のトレース数を求めた。

得られた時間データ (Table 1) と各領域内のトレース数 (Table 2) とに分けて整理した。Table 1 内の項目で初発までの時間は，刺激提示からトレースが開始するまでの時間を示している。時間は，刺激提示からポインターの移動を終えるまでの総時間であるが，生データには終了後のポインターの静止位置がしばらく入るので，それをカットしたものを対象とした。Table 2 でのトレース総数は，刺激提示から移動終了時までのトレースの数である。各領域内 (全身，顔，マント・尻尾) 及びそれらの補集合領域のトレース数を整理した。

3. 初発反応時間と総時間，並びにトレース数

トレース分析に関しての統計的検定を行うにあたり，1 標本ということや正規性に問題がある可能性もあり，ノンパラメトリック法，特にフリードマン検定を用いて，各水準間のトレース数の平均順位に違いが認められるかを検定することにした。

1) 時間とトレース総数

初発までの反応時間は刺激条件の試行順に減少傾向がみられるが (Table 1)，統計的検定をかけるにはデータ数が少ないので，そう見えるということにとどめておきたい。仮に試行順に初発反応が減少したのだとしたら，課題に対する馴れが反映したという推測が妥当であろう。また条件間で総時間数に違いがあるように見えるが，時間差があるとしたなら比較刺激の傾きの違いや正像・鏡像の違いがあり，課題の難易度が異なったためと思われ，認知的な処理時間の違いを反映するものと考えられる。5 条件のトレース総数を母集団と仮定するなら，各条件は等しいトレース数になる

という対立仮説を検証できる。そこであえて適合性の検定を行ったところ、条件間でトレース総数に違いがあり ($\chi^2(4) = 340.71, p < 0.001$), 認知的な処理の違いを反映していることが示唆された。しかしながら 1 標本であり提示順序のランダム化は不可能であったので、順序効果が影響した可能性はある。

2) 標準刺激, 比較刺激とそれ以外 (部分 A, B と補集合)

標準刺激 (A), 比較刺激 (B) そして補集合でもあるそれ以外 (総数 - (A+B)) の各領域に入ったトレース数 (Table 2) の順位に違いがあるかフリードマン検定を行ったところ、有意差が得られ ($\chi^2(2) = 7.60, p < 0.05$), Scheffe の対比較により比較刺激 (B) 内のトレース数がそれ以外に比べて多く現れた ($\chi^2 = 6.40, p < 0.05$)。標準刺激 (A) やそれ以外の領域に比べて、比較刺激 (B) へのポインターによる探索が活発であったか、停留していた可能性が示された。いずれもなんらかの処理が右側を重点的に行われたことが示唆される。

3) 顔とその周辺との差

それぞれの顔 (A 2, B 2) と周辺領域とのトレース数を比較検討した。標準刺激の顔 (A 2) では顔の周囲の方 (A - A 2) のトレース数が多く ($\chi^2 = 5.00, p < 0.05$), 比較刺激の顔 (B 2) では周辺との違いはなかった。標準刺激は 0 度であるので、認識しやすい。それゆえ顔を長く探索せず、より詳細な周辺部分へ注意が向いたのかもしれない。一方、比較刺激の顔で差が生じなかった理由として、顔自体の傾きのため認識しづらく、周囲と同じだけ多くの探索が行われトレースの差を生まなかった可能性はある。2) の結果と合わせて考察するなら比較刺激は傾いていたため、顔もその周辺領域もおしなべて多くのトレースが集まったと推測される。正立していると探索の負荷が軽くなる主な理由は、顔がまとまった領域を提供しているからだといえそうだ。

4) 顔における条件間のトレース数の差

顔 (A 2 あるいは B 2) と顔周辺 (A - A 2 あるいは B - B 2) の内、顔に集まったトレースに条

件間差があるかを独立性の検定で求めたところ、標準刺激 ($\chi^2(4) = 156.98, p < 0.001$) も比較刺激 ($\chi^2(4) = 173.76, p < 0.001$) もともに有意差が認められた。つまり条件により顔そのものへのトレース数が異なることが示されたことになる。もしも条件により課題の難易度が異なるなら、顔への集中の仕方との間の関係を想定したいところだが、1) のトレース総数の分析で指摘したように順序効果の影響が考えられる。よって顔の向きが課題難易の鍵になりうるに止めておきたい。

5) 各部分間の差

刺激内の顔 (A 2 あるいは B 2) と、マント及び矢印状の尻尾 (A 3 あるいは B 3), それ以外の領域 (刺激から顔とマント・尻尾を除いた部分) の 3 水準でのトレース数の順位についてフリードマン検定を行ったところ、標準刺激では有意差が認められたが ($\chi^2(2) = 7.600, p < 0.05$), 比較刺激では認められなかった。Scheffe の対比較の結果、マント・尻尾の領域 (A 3) とそれ以外の領域 (A - (A 2 + A 3)) との間に差があり ($\chi^2(2) = 6.400, p < 0.05$, それ以外の領域でのトレース数がマント・尻尾の領域に比べて多いことが示された。それ以外の領域にトレースが多く残された理由は、ポインターの活動の継続性にあると考えられる。すなわち顔 (A 2 や B 2) そしてマント・尻尾の領域 (A 3 や B 3) は確かに探索対象となり、トレースが集中したが、課題の最中ポインターは休むことなくいずれかの空間位置を記録し続けていた。そのため注意や関心が途切れた時や、ひとつの探索対象から別の探索対象へ移動していく最中もトレースは記録されることになる。その結果、重点的に探索しているのではない中間状態を「それ以外の領域」は反映することになったために、自ずとトレース数が増えたものと推察される。

4. 時系列にみたトレース距離の変化とトレース位置

時間ごとのポインターの移動の大きさや程度とどの場所に動かされたかを知るために、刺激提示から終了時までのトレース移動の距離を計算し時系列に整理した。本報告で取り上げたのは、90

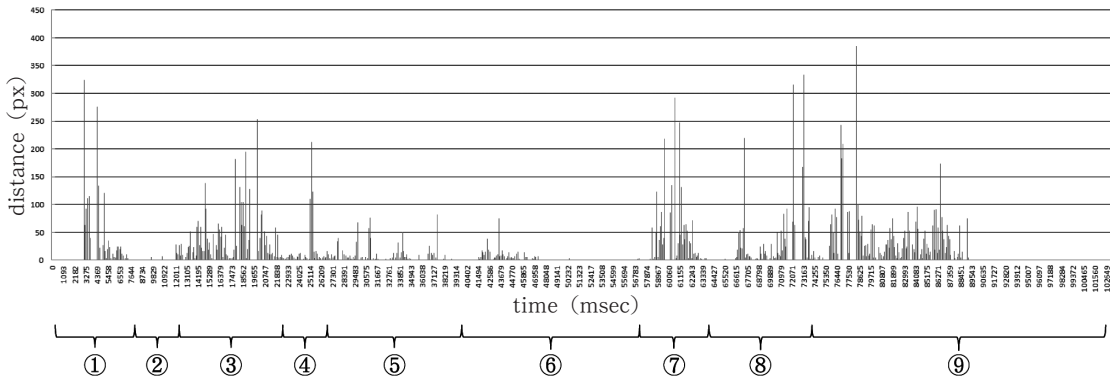


Figure 6 刺激提示から課題終了までのトレース移動距離の変化

度正像条件であるが、時間 (msec) と約 100 msec 間隔で得られた座標間の距離 (px) についてのグラフを Figure 6 に示した。座標データの取得時間間隔にわずかな誤差を伴うために、x 軸上の時間の刻みは等間隔ではない。Figure 6 をみると大きく 3 つの山から形成されていることがわかる。しかしながら、時間とともにトレースの動きに変化があると想定し、移動距離がある程度類似した動きを形成している時間帯を任意に 9 区分して分析対象とすることにした。各区分のデータをそれぞれ時系列に再プロットするようプログラムし、どのようにトレースされたかをディスプレイ上で再現し確認した後に、各区分でのトレースのされ方を Figure 7 に整理してみた。

其々の区分の内容を図内に記したが、最初の段階である区分①では、まだ標準刺激辺りを散漫にトレースしている様子で、それが移動距離に反映されてひとつのクラスターを形成したようだ。しかし Figure 6 の区分②では目立った移動距離が示されておらず、一見すると停滞していたかのような印象を受けるが、実態は詳細な動きがあり、Figure 7 からはマントや尻尾の部分に特化してトレースされたことがわかる。活動水準が低いようにみえても微細な連続的移動に重要な意味がありそうだ。区分③は山形を成すパターンが現れた。おそらく活動水準がしだいに上昇してピークを迎えた後に下降するというパターンではないかと推定される。探索の目標は Figure 7 に示されるように、両刺激の比較と同時に顔内部の走査を行い、

眉毛と髪の毛の在り方を探索したのであろう。眉と髪の毛の辺りの 2 回目のトレースは確認的なトレースである可能性が考えられる。区分④になると、先の区分③で比較刺激の眉毛と髪の毛の間に沿ってトレースしたように、今度は標準刺激に移って同じ部分をトレースしている。両刺激の相違を予想し重点的にトレースを行ったのではないだろうか。区分⑤では、顔内部の目に焦点を変えたことがわかる。一旦両刺激の中間地点で U ターンしているのは、次の区分⑥で再度、目のトレースが行われていることから、再確認が行われたものと予想できる。特に再確認中の区分⑥ではトレースの痕跡から目の周辺部分で微細な動きが活発にあったようだが、Figure 6 のグラフには明示的に現れていない。この場合も区分②と同じ理由によるものといえる。また前後するが区分⑥では目の前に槍を持つ手に一端、注意が注がれていることがうかがえる。それは区分⑦で再び槍を持つ手にトレースが集中して気になる部分の探索が行われたように思われる。槍を持つ手が槍によりほとんど覆い隠されてしまっている、という絵の不自然さから探索が向かった可能性は高い。区分⑧では再び手から目へと関心が移ったことがうかがわれ、槍先と目の辺りが重なっている領域を重点的にトレースが行われている。最後の区分⑨では変わった動きがあった。両刺激の周囲をぐるりと右回りに 1 回転半も回っていくトレースが現れた。いくつかのことが考えられるが、同じか異なるかの判断を下すのに、この区分⑨の時点で異同の判

各区分での時間帯と内容	トレースの痕跡
【区分①】 0～8734 msec 左の標準刺激（A）の胴体部分を主にトレースしている。	
【区分②】 8847～14415 msec 図6から活動は低下しているように見えるが、わずかずつながら「マント」と「尻尾」といった細部（A 3）を重点的にトレースしている。	
【区分③】 14522～24351 msec 両刺激を反復してから比較刺激（B）へ流れるようにトレースが移り、一端、下方から眉と髪の毛の間に沿って上へ移動してから U ターンして、再び同じ場所を上から下へトレースした。	
【区分④】 24459～28610 msec 比較刺激（B）側の槍から標準刺激（A）側の槍へとトレースされ、標準刺激の眉へと至っている。	
【区分⑤】 28720～41281 msec 標準刺激の目をトレースした後、左右の中間地点で U ターンするようにトレースにより円弧が描かれた。	
【区分⑥】 41385～59842 msec 槍を持つ手をトレースしてから再び顔の内部、特に目の周辺部分にトレースが集中した。その後、少し停滞してから左の比較刺激にトレースが移って行った。	
【区分⑦】 59953～65520 msec 再び、標準刺激へとトレースが移り、槍を持つ手の周辺を移動した。	
【区分⑧】 65633～76875 msec 槍を持つ手の周辺から比較刺激へと移動し、目と槍先が重なっている部分をトレースした後に、左上に出てから戻って角へ、そして再び目と槍先の重なり部分へ移動し、標準刺激へ戻った。	
【区分⑨】 76985～102976 msec 外周円を描くように右回りにトレース移動しながら一回転半して、比較刺激の口元をなぞって槍を持つ手に移動し終了している。	

Figure 7 9 区分のトレースの主な実態：特徴的な動きのある場合はトレースの痕跡内にポインターの進んだ方向を矢印で示した。

断についてある程度の確信は持ちながらも、再度確認するために全体を包括した回転するトレースが現れたのではないだろうか。そして最後に今まで見られなかった比較刺激の口元に沿っての移動は、その部分が異同を識別するにはさほど難しくはなかったためではないかと考えられる。

最 後 に

他の4条件についても分析報告をすれば、興味深い共通点を導き出せるかもしれないが、逆に異なるパターンが相当出現してきて、その情報量の多さから当初の目的から外れていってしまう。具体的なトレースの時系列分析はまずはここで留め置くことにする。問題は、この分析方法の検討内容を明示していくことにある。第1に、時系列データの区分をどこで切るかという操作の問題がある。区切りの基準は明確に定めにくい。実際の時系列に並んだ生データをみても移動量が0になる場合はわずかしがなく、微小ながらも少しずつポインターが移動していた。Figure 6で移動距離が少なくわずかししか表示されない部分でも、実は要所となる領域を活発にトレースしていたという事実である。移動距離ではなく、刺激のどの部分にトレースが集約されているかで区切る方が意味ある痕跡を見出せるであろう。第二に、各部分の意味づけが重要な課題となつてこよう。

本研究の変数は運動要因が大きな要素であったが、ある領域をトレースするには事前に運動指令の内容を遠心コピーで送るためのプランが必要であろう。ポインターを動かし予測した箇所に移動できるようにする運動方略の側面だけでなく、その場所に向かわせ比較するための元のイメージが中枢には既にあるものと考えてのが自然である。トレースの痕跡が試行錯誤の結果ではなく、Figure 7に示したような丹念ではあるが無駄のない動きをしていたことから、ポインターがイメージの確認に使われていた可能性は高い。

メンタルローテーション課題ではイメージの回転を事前に教示しているが、回転教示を与えない異同判断だけを課題として与えると、対の刺激間

の違い探しという状況が強く現れる。回転を教示することでその方略の使用が反応に反映されることは周知のことであるが、幼児から児童期の最初にかけての方略は、回転以外の方略や対象の部分を比較するということが報告されてきている (Estes, 1998; Foulkes & Hollifield, 1989; Snow & Strope, 1990)。本課題を試行した子どもからは「間違いないかな」とか、「どこかに間違いが隠れているかもしれない」という言葉があり、イメージを回転させて判断するという状況ではなかった。むしろ何度も反復して比較照合して答えを導き出すという過程を辿っていた。ポインターによる探索という課題の制約がイメージ回転という単純な作業へ向かわせない点、イメージの回転の際に現れたひきうつしとはやや性質が異なるかもしれない。しかしながら、ポインターにより部分間の反復照合が行われたという事実は、走査し終えた部分のなんらかのイメージを類似の箇所に運んで行き、写しかえが行われていた可能性は高い。言い換えると、ポインターにより繰り返しトレースすることにより Gibson (1979/1985) の言うような不変項 (invariance) を見出そうとしたものと解釈できそうだ。いずれにせよ、ポインターとその移動には何らかの心理学的意味が含まれていることは確かであった。今後、基礎的な事実の積み上げが必要と考えられる。

参考文献

- Estes, D. (1998). Young children's awareness of their mental activity: The case of mental rotation. *Child Development*, 69(5), 1345-1360.
- Fantz, R. L. (1961). The origin of form perception. *Scientific American*, 204, 66-72.
- フィンドレイ, J. M. & ギルクリスト, I. D. 本田仁視 (訳) (2006). アクティヴ・ビジョン 北大路書房 (Findlay, J. M. & Gilchrist, I. D., 2003 *Active Vision: The Psychology of looking and seeing*: Oxford University Press.)
- Foulkes, D. & Hollifield, M. (1989). Responses to picture-plane and depth mental-rotation stimuli in children and adults. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 27(4), 327-330.
- Freeman, J. B., Ambady, N., Johnson, K. L., & Rule, N. O. (2008). Will a category cue attract you?

- Motor output reveals dynamic competition across person construal. *Journal of Experimental Psychology: General*, **137**(4), 673-690.
- Gibson, J. J. (1962). Observations on active touch. *Psychological Review*, **69**(6), 477-491.
- ギブソン, J. J. 古崎敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬晃 (訳) (1985). 生態学的視覚論 サイエンス社 (Gibson, J. J. 1979 *The Ecological Approach to Visual Perception*: Houghton Mifflin Company.)
- 岩村吉晃 (2001). タッチ 医学書院
- Mackworth, N. H. & Morand, A. J. (1967). The gaze selects informative details within pictures. *Perception and Psychophysics*, **2**, 547-552.
- Maurer, D. & Salapatek, P. (1975). Developmental changes in the scanning of faces by young infants. *Child Development*, **47**, 523-527.
- Milér, V. & Milér, J. (2012). RealWorld Cursor Editor – version 2012.1 <http://www.rw-designer.com/cursor-maker>
- ナイサー, U. 古崎敬・村瀬晃 (訳) (1989). 認知の構図 サイエンス社 (Neisser, U. 1976. *Cognition and reality: Principles and implications of cognitive psychology*. W. H. Freeman)
- 野田満 (2001). イメージの発達 菱谷晋介 (編) イメージの世界 ナカニシヤ出版 pp. 233-249
- 野田満 (2010). 「対象になる」ということ 江戸川学園人間科学研究所紀要 **26**, 1-35.
- Noda Mitsuru (2010). Manipulative strategies prepare for mental rotation in young children. *Journal of European Developmental Psychology*, **7**(6), 746-762.
- 佐々木正人 (1994). アフォーダンス — 新しい認知の理論 — 岩波書店
- Snow, J. H. & Strope, E. E. (1990). Development of mental rotation matching abilities with children. *Developmental Neuropsychology*, **6**(3), 207-214.
- 高橋英之, 宮崎美智子 (2010). 「こっくりさん」の振る舞いの定量化 — self agency の有無に応じた視線軌道の差異 — HAI (Human-Agent Interaction) シンポジウム
- Taylor, M. M., Lederman, S. J., & Gibson, R. H. (1974). Tactual perception of texture. *Handbook of perception*, 251-272, Academic Press, New York
- Wang, Q., Taylor, H., & Brunye, T. T. (2012). When going the right way is hard to do: Distinct phases of action compatibility in spatial knowledge development. *Acta Psychologica*, **139**, 449-457.
- 山上清次 (1993). 眼球運動の初期発達 239-262. 荻坂良二, 中溝幸夫, 古賀一男編 眼球運動の実験心理学 名古屋大学出版会

謝 辞

本論文の作成に当たり、江戸川大学高澤則美教授より貴重なアドバイスを頂きました。またデータに協力いただいた KM 君に感謝します。

Pilot Study for Trace Indication at the Matching Task

Mitsuru Noda

Abstract

The active relation to the stimulation is important aspect for dissolve the riddle of cognitive development. We have investigated which areas were searched to resolve the matching task with 8-year-olds. Although this was preliminary experiment to find out the psychological meanings in the trace by the cursor-pointer, we had the several trial results for the way of the stimulus presentation, calculations of the trace, determination of the area of stimuli, and the segment on the temporal sequence. Results suggested that the actual trace behavior implicitly play a complementary role for imagery operation.

Keywords: trace, mouse, pointer, active touch, search